

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171376

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G01N 9/26

E02D 1/06

(21)Application number : 10-344393

(71)Applicant : TOTO DENKI KOGYO KK

(22)Date of filing : 03.12.1998

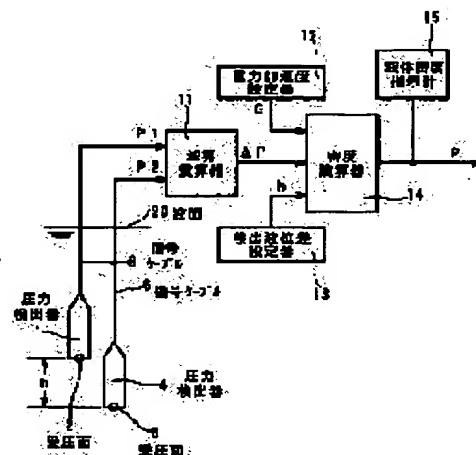
(72)Inventor : OTSUKA KOICHI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING LIQUID DENSITY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make performable stable measurement at an optional depth by measuring liquid pressure difference between two points at different depths in a liquid to be measured, taking in a depth difference dimension and a gravitational acceleration value signal, and finding an average liquid density value at the two points from these.

**SOLUTION:** Pressure detectors 1, 4 are respectively suspended from the liquid level of a liquid to be measured by signal cables 3, 6 while holding a vertical directional interval between respective pressure receiving surfaces 2, 5, that is, a difference (h) of a detecting liquid level constant. Pressure value signals P1, P2 from the pressure detectors 1, 4 are inputted to a subtraction computing element 11 through the signal cables 3, 6 to arithmetically operate and output a liquid pressure difference signal  $\Delta P$ . A density computing element 14 receives the liquid pressure difference signal  $\Delta P$ , a gravitational acceleration signal G set by a gravitational acceleration setting unit 12 and a liquid level difference value signal (h) set by a detecting liquid level difference setting unit 13 to arithmetically operate and output a liquid density value signal  $\rho$ . A liquid density indicator 15 displays the density of a liquid to be measured thereby, to be transmitted to the other receiving measuring gauge and a medium according to the necessity of recording, display and control.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-171376  
(P2000-171376A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 N 9/26		G 0 1 N 9/26	Z 2 D 0 4 3
E 0 2 D 1/06		E 0 2 D 1/06	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-344393

(22) 出願日 平成10年12月3日 (1998.12.3)

(71) 出願人 391006038

東都電機工業株式会社

東京都大田区池上5丁目25番4号

(72) 発明者 大塚 浩一

東京都大田区池上5丁目25番4号 東都電  
機工業株式会社内

(74) 代理人 100076255

弁理士 古澤 俊明 (外1名)

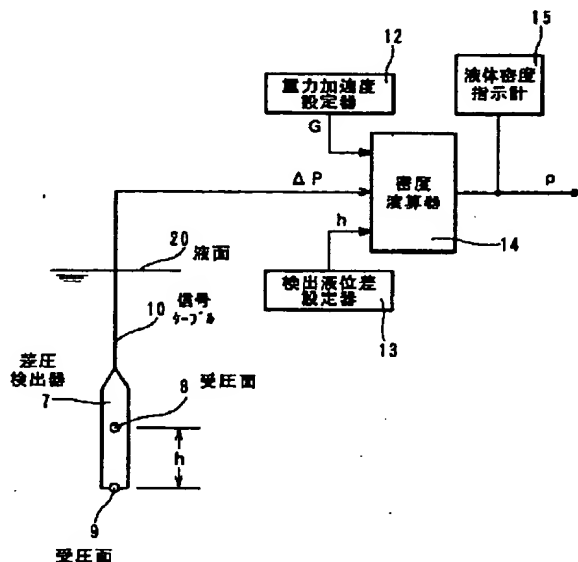
Fターム (参考) 2D043 AA07 BB04

(54) 【発明の名称】 液体密度の測定方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 土木工事等において、孔内に注入された粘性液の深度に応じた液体密度を、熟練を要せず、簡便、容易で、個人差が入り込まずに測定する方法及び装置を提供する。

【構成】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する工程と、2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む工程と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき2点における平均液体密度値を演算する工程とからなる。2点の液体圧力差を測定するには、深度が異なる2つの受圧面を配置した1つの差圧検出器を用いて行うことができ、また、独立した2つの圧力検出器を用い、それぞれの有する受圧面を深度の違いに対応させて配置し、それぞれの圧力値信号を測定し、これらの減算により液体圧力差信号を得ることもできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する工程と、前記2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む工程と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する工程とからなることを特徴とする液体密度の測定方法。

【請求項2】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する手段と、前記2点間の深度差寸法を取り込む手段と、重力加速度値信号を取り込む手段と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する手段とからなることを特徴とする液体密度の測定装置。

【請求項3】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する手段は、液面からの深度が異なる2つの受圧面を配置した1つの差圧検出器からなることを特徴とする請求項2記載の液体密度の測定装置。

【請求項4】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力を測定する工程と、これらの深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力信号から液体圧力差信号を得る工程と、前記2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む工程と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する工程とからなることを特徴とする液体密度の測定方法。

【請求項5】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力を測定する手段と、これらの深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力信号から液体圧力差信号を得る手段と、前記2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む手段と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する手段とからなることを特徴とする液体密度の測定装置。

【請求項6】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力を測定する手段は、それぞれの有する受圧面の垂直方向の間隔を前記液面からの深度の違いに対応させて配置した独立した2つの圧力検出器からなり、深度が異なる2点のそれぞれの液体圧力信号から液体圧力差信号を得る手段は、前記2つの圧力検出器の圧力値信号の減算をする減算演算器からなることを特徴とする請求項5記載の液体密度の測定装置。

【請求項7】 被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する手段と、この液体圧力差を測定する手段を信号ケーブルにて被測定液体中に繰り出すケーブル繰り出しローラ22と、前記2点間の

深度差寸法を取り込む手段と、重力加速度値信号を取り込む手段と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する手段と、この平均液体密度値と前記ケーブル繰り出しローラ22にリンクした繰り出し検出器23によって得られるケーブル繰り出し長さ信号Lとを入力し、それぞれ直交座標に、深度-液体密度のグラフを描くためのグラフ作成手段とからなることを特徴とする液体密度の測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、土木工事の地盤改良、地中杭構築等において、地表から略垂直に地盤を削孔するときに、孔内地下水の湧出阻止、孔壁の崩落防止等を目的として孔内に注入する粘性液（例えば、ベントナイト液）の任意の深度における液体密度の測定方法及び装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液体密度の測定方法は、本発明が主たる目的とする土木関連の応用分野に限らず、他の分野においても従来から多くの提案がなされており、用途、目的によっては、十分に実用的で、使用に耐えるものがある。これら測定方法は、浮子の浮力を利用して被測定液体の液体密度を求める方法又は目的の深度における被測定液体をサンプリングにより採取し、地上で密度測定を行う方法のいずれかであった。

【0003】地盤改良、地中杭構築工事等においては、地下水湧出阻止、孔壁保護等のため、ベントナイト液を削孔した孔内に注入し、その液面が常に略地表面近くにあるように保ちつつ、支持地盤の深度まで削孔する。その後、孔底から順次上部にセメントミルクを注入してベントナイト液と置換し、地盤内に所定の構築物を形成する。

【0004】築造される地中構築物の強度を、地盤の支持層に至るまで計画値の通り保持して施工することは、その上部、多くの場合には、地表から更に上部に構築される建造物の重量を支えるために特に重要である。もし、注入したベントナイト液と削孔壁からの崩落土砂等が混入してスライム層が削孔底部に形成され、このスライム層の堆積している状態でセメントミルクを注入し、ベントナイト液と置換しようとする、セメントとスライムとが混合し、築造する構築物のうち、特に重要な支持層に接する底部の強度を著しく低下させることになる。従って、このような状態での施工は、厳に避けなければならない。

【0005】削孔底部に形成されるスライム層の状態を把握し、計画通りの削孔深度を得るため、ベントナイト液を注入した削孔内に、ワイヤーに錘を取り付けて垂下させ、手で保持したワイヤーを介して錘が着底する感触から、スライム層の有無や厚さを知り、また、ワイヤー

の繰り出し長さから深度を知る等の方法が実施されている。

【0006】また、削孔内に注入したベントナイトの特性変化、具体的には、液体密度、比抵抗、誘電率等の変化をケーブルに連結した検出器を垂下させて設定深度毎に捉え、それらの値の変化から削孔内の崩落土砂の混入度合い、即ち、スライム層の存在を把握し、存在するスライムを除去する方法が試みられている。

【0007】任意の深度におけるベントナイトをサンプラーによって採取する方法も提案されている。この方法では、地上に設けた試験・測定装置を使用して、採取したサンプルの特性を把握するので、その作業が極めて煩雑であり、時間を要することから、実験的、試験的に行われる場合があったとしても、実用的には採用されていない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】人間が錘の着底感触でスライム層の状態を把握する方法は、垂下速度、感触の把握等、ワイヤーの操作と判断に熟練が要求される上、個人差が生じ易い。同一人が錘を操作し、把握する場合であっても、現場における気温、天候等の環境の相違、操作する者の体調、疲労度等によっても判断、把握が相違する。

【0009】また、この方法は、錘を操作する者の個人の判断に依存する方法であり、操作する者が無意識に又は故意に錘の着底位置でワイヤーの昇降を繰り返せば、錘によって孔底部分の堆積層が掘削され、真のスライム層の深度・厚さを得ることができない。

【0010】比抵抗、誘電率を測定してベントナイトの特性、スライム層の状態を把握する方法に関しては、得られる値と測定対象液の特性に何らかの相関性があることは、認められているが、涌水等によって測定値が大幅に変化する難点がある上、更に具体的、かつ、詳細な相関要素及び相関係数は、把握されていないので、実用的に普及する段階に至っていない。

【0011】ケーブルを介して検出器を液中に垂下させ、浮子の浮力を捉えて被測定液の密度を測定する方法も多々提案されているが、ケーブルの繰り出し、引き上げ及び停止時に浮子に与える加速度が、得られる測定信号に外乱を与え、不安定な状態を生じるので、測定信号が安定するまで、垂下ケーブルを停止保持する時間が必要である等、従来の測定方法には種々の問題があった。

【0012】本発明の目的は、土木工事の地盤改良、地中杭構築等において、孔内に注入された粘性液の深度に応じた液体密度を測定するに当り、熟練した人間を必要とせず、簡便、容易で、得られる値に操作する者の個人差が入り込む余地のない測定方法及び装置を提供することにある。

とにある。

【0013】本発明の他の目的は、検出器に接続したケーブルの繰り出し、引き上げ、停止時における加速度変化の影響を受けにくく、任意の深度における安定した測定値が瞬時に得られる液体密度の測定方法及び装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する工程と、前記2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む工程と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する工程とからなることを特徴とする液体密度の測定方法である。

【0015】深度が異なる2点の液体圧力差を測定するには、液面からの深度が異なる2つの受圧面を配置した1つの差圧検出器を用いて行うことができる。また、独立した2つの圧力検出器を用い、それぞれの有する受圧面の垂直方向の間隔を深度の違いに対応させて配置し、それぞれの圧力値信号の減算を減算演算器により行い液体圧力差信号を得ることもできる。

【0016】このような構成において、独立した2つの圧力検出器を用いた場合には、一方の圧力検出器1のP1と、他方の圧力検出器4のP2は、減算演算器11に入力され、両者の液体圧力差値信号 $\Delta P = P2 - P1$ を演算し、出力する。また、2つの受圧面を配置した1つの差圧検出器を用いた場合には、直接液体圧力差値信号 $\Delta P$ を出力する。密度演算器14は、液体圧力差値信号 $\Delta P$ と、重力加速度設定器12によって設定される重力加速度値信号Gと、検出液位差設定器13によって設定される液位差値信号hとを入力し、液体密度値信号 $\rho = \Delta P / (9.8 \times h)$ を演算し、出力する。必要に応じて被測定液体の密度を表示し、他の受信計器、媒体等に伝送される。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の原理を説明する。本発明は、液体の比重を測定するに当り、従来から実施されている浮子の浮力を応用するのではなく、液面から異なる2つの深度における液体圧力P1及びP2を求めて演算により液体圧力差 $\Delta P$ を得るか、又は直接2つの深度における液体圧力差 $\Delta P$ を得て、被測定液体の密度を求めたものである。

【0018】液面0[m]からの深度H[m]における液体圧力P1は、0[m]からH[m]までの平均液体密度を $\rho 1$  [kg/m<sup>3</sup>]とすると、

$$\begin{aligned} P1 &= 9.8 \text{ [m/s}^2\text{]} \times \rho 1 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times H \text{ [m]} \\ &= 9.8 \times \rho 1 \times H \text{ [kg} \cdot \text{m/s}^2\text{]} / \text{[m}^2\text{]} \\ &= 9.8 \times \rho 1 \times H \text{ [N/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$=9.8 \times \rho_1 \times H \text{ [Pa]} \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる。

【0019】液面0[m]からの深度H+h[m]における液体圧力P2は、H[m]からH+h[m]までの平均液体密度を $\rho_2$  [kg/m<sup>3</sup>]とすると、

$$P_2 = 9.8 \times \rho_1 \times H + 9.8 \times \rho_2 \times h \text{ [Pa]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 9.8 \times \rho_2 \times h \text{ [Pa]} \quad \dots\dots\dots (3)$$

である。従って、深度H[m]からH+h[m]までの平均液体密度 $\rho_2$ は、

$$\rho_2 = \Delta P / (9.8 \times h) \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad \dots\dots\dots (4)$$

である。以上から明らかなように、液面から深度の差hが与えられている深度の異なる2点における液体圧力を得て、その圧力差 $\Delta P$ を求めれば、2点間の平均液体密度を容易に求めることができる。

【0021】前記(4)式によって得られる液体密度は、2点間の平均密度であるから、より狭い範囲に限定

$$E_1 = 300000 \times 0.002 / (9.8 \times 1.0) \\ = 61.22 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad \dots\dots\dots (5)$$

測定対象である液体の密度を1000 [kg/m<sup>3</sup>]程度とすると、予測誤差率e1は、

$$e_1 = (61.22 / 1000) \times 100 = 6.122\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる。算出液体密度のレンジを1000~1500 [kg/m<sup>3</sup>]とすれば、レンジ範囲に対する誤差e2

$$e_2 = \{61.22 / (1500 - 1000)\} \times 100 \\ = 12.24\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。

【0022】次に、2つの圧力検出器ではなく、1つの差圧検出器を使用した場合の最大誤差は、以下の通り予測される。例えば、測定液体密度のレンジを1000~

$$f = (1500 - 1000) \times 9.8 \times 0.1 \\ = 490 \approx 500 \text{ [Pa]} \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる。差圧検出器の精度を $\pm 0.2\%$ とすれば、算出

$$E_2 = 500 \times 0.002 / (9.8 \times 0.1) \\ = 1.02 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$e_3 = \{1.02 / (1500 - 1000)\} \times 100 \\ = 0.204\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

このように、液体の深度に係わりなく直接差圧を検出すれば、差圧検出器の測定精度と同等の精度で液体密度を得ることができるので、2つの圧力検出器を使用して液体密度を求める方法よりも優れている。

【0023】圧力検出器及び差圧検出器の受圧面は、浮子と異なり可動寸法も極めて少なく、慣性が小さいので応答が速く、ケーブルの繰り出し又は巻き取り時に検出器に加速度変化が与えられても、繰り出し、巻き上げを停止すれば、検出器本体及びその受圧面がハンチング、振動等で不安定となる時間は極めて短く、直ちに安定した出力を発信することができるので、操作の作業性がよい。

【0024】圧力検出器又は差圧検出器に接続して垂下させる信号ケーブルは、ケーブルリールに巻き取っておく等して、リールを回すことによりケーブルの繰り出し、巻き取りを行う。ケーブルの繰り出し部又はケーブルリールに、ケーブル繰り出し長さを計測して発信する

ける液体圧力P2は、H[m]からH+h[m]までの平均液体密度を $\rho_2$  [kg/m<sup>3</sup>]とすると、

【0020】両方の深度における液体圧力差 $\Delta P$ は、

平均液体密度 $\rho_2$ は、

した液体密度を求めようとすれば、深度差hを小さくする必要があり、そのためには、測定圧力精度をより高くする必要がある。例えば、0.3 [MPa]レンジ、精度 $\pm 0.2\%$ の圧力検出器を使用して、深度差を1.0 [m]とすれば、液体密度の最大誤差E1は、

1500 [kg/m<sup>3</sup>]とし、差圧を取るための深度差を0.1 [m]とすれば、測定に必要な差圧検出器のレンジは、

液体密度レンジに対する予測最大誤差E2は、

検出器を設け、その信号と得られる液体密度値を自動的にXYレコーダ、モニタ画面等に記録又は表示させれば、操作する者がリアルタイムで削孔内の施工状態を読み取り、判断することが容易である。

【0025】以下、本発明による液体密度の測定方法及び装置の具体的実施例を図面に基づき説明する。図1は、本発明の第1実施例を示すブロックダイアグラムで、それぞれ独立して受圧面2、5を持つ2つの圧力検出器1と4を用いた例を示し、これらの圧力検出器1と4は、被測定液体中に液面20からの深度を相違させ、その深度差hを一定に保持してそれぞれ信号ケーブル3と6により垂下し、これら2つの圧力検出器1と4からの液体信号を受けて、被測定液体の液体密度を演算し、出力する。

【0026】具体的には、前記圧力検出器1と4は、それぞれの受圧面2と5の垂直方向の間隔、即ち、検出液位の差hを一定に保って信号ケーブル3と6によって被

測定液体の液面20から下部に垂下されている。

【0027】このような構成における一方の圧力検出器1によって得られる圧力値信号P1と、他方の圧力検出器4によって得られる圧力値信号P2は、それぞれ信号ケーブル3と6を介して減算演算器11に入力され、

両者の液体圧力差値信号 $\Delta P = P2 - P1$ を演算し、出力する。この減算演算器11の出力側に接続された密度演算器14は、前記減算演算器11の出力である液体圧力差値信号 $\Delta P$ と、重力加速度設定器12によって設定される重力加速度値信号Gと、検出液位差設定器13によって設定される液位差値信号hとを入力し、

液体密度値信号 $\rho = \Delta P / (9.8 \times h)$

を演算し、出力する。密度演算器14によって得られた液体密度値信号 $\rho$ は、液体密度指示計15に与えられて、被測定液体の密度を表示するとともに、記録、表示、制御等のために必要があれば、他の受信計器、媒体等に伝送される。

【0028】図1において説明した液体密度指示計15は、理解を容易にするために図示したが、実際の装置構成においては、必要に応じて取捨選択されるべきものであり、本発明の必須の構成要素ではない。また、説明を容易にするため、圧力検出器1と4におけるそれぞれの信号ケーブル3と6は、独立、個別に図示したが、両ケーブルを中継接続して、両信号を併せて1本の多芯ケーブルに取りまとめるようにしてもよい。更に、減算演算器11を、圧力検出器1と4とともに液体中に没するような構造として、その出力である液体圧力差値信号 $\Delta P$ を信号ケーブルによって液面20の上に伝送するような方法を探ってもよい。

【0029】図2は、本発明の第2実施例を示すブロックダイヤグラムで、1つの差圧検出器7を用い、この差圧検出器7の2つの受圧面8と9は、被測定液体中に液面20からの深度を相違させ、その深度差hを一定に保持して信号ケーブル10により垂下し、これら2つの受圧面8と9からの液体信号を受けて、被測定液体の液体密度を演算出力する。

【0030】具体的には、前記差圧検出器7は、差圧を検知する受圧面8と9の垂直方向の間隔、即ち、検出液位の差hを一定に設定されて信号ケーブル10によって被測定液体の液面20から下部に垂下されている。

【0031】このような構成において、差圧検出器7は、一方の受圧面8によって得られる圧力値信号P1と、他方の受圧面9によって得られる圧力値信号P2から

液体圧力差値信号 $\Delta P = P2 - P1$

を演算し、信号ケーブル10を介して密度演算器14に入力する。密度演算器14以降の演算、その他の動作説明は、図1と同様である。

【0032】図3は、本発明の第3実施例を示すブロッ

クダイヤグラムで、密度演算器14で得られる液体密度値信号 $\rho$ に併せて信号ケーブル10の繰り出し信号をグラフ作成手段としてのX-Yプロッター30に与え、リアルタイムで深度-液体密度のグラフを作成するシステムについて説明するものである。なお、グラフ作成手段としては、X-Yプロッター30に限られるものではなく、CRTその他のグラフ作成手段であってもよい。受圧面8と9による検出液位差hを一定に保って構成された差圧検出器7からの液体圧力差値信号 $\Delta P$ は、ケーブル繰り出しローラ22を介してケーブルリール21に巻き取られている信号ケーブル10を経由して密度演算器14に与えられる。密度演算器14では、液体圧力差値信号 $\Delta P$ に併せて重力加速度設定器12からの重力加速度値信号Gと、検出液位差設定器13からの液位差値信号hとを入力し、液体密度値信号 $\rho$ を演算出力してX-Yプロッター30に与える。

【0033】前記ケーブル繰り出しローラ22にリンクした繰り出し検出器23によって得られるケーブル繰り出し長さ信号Lを、同時に液体密度値信号 $\rho$ に併せてX-Yプロッター30に与えて、両信号をそれぞれX軸、Y軸とする直交座標に、深度-液体密度のグラフを描く。

【0034】前記繰り出し検出器23は、ロータリーエンコーダ等が適当であり、アブソリュート形を選択すれば、図示省略した変換器によって、X-Yプロッター30に適合するように信号変換すればよい。また、2相パルス・インクリメンタル形を採用すれば、加減積算器によってケーブルの繰り出し長さを得ることができ、いずれも公知技術の組み合わせにより実現できる。

【0035】また、ケーブルリール21を自動的に動作せしめ、ケーブル繰り出し又は巻き取りを自動的に行って、被測定液体中で検出器を自動昇降させ、測定能率を向上させること等も、公知の技術により実現できるが、本発明の要旨ではないので、説明を省略する。

【0036】前述の演算手順の説明においては、理解を容易にするため、それぞれの演算器を信号接続するブロックダイヤグラムについて説明したが、演算方法は、アナログ演算、デジタル演算のいずれであるかを問わず、また、プログラム演算を行う場合には、定数である重力加速度、液位差は、プログラムの中に定数として書き込めばよく、それぞれの設定器は、必要としない。

【0037】図3に示す実施例では、図2に示すような2つの受圧面8と9を持つ1つの差圧検出器7を用い、信号ケーブル10によりケーブル繰り出しローラ22から垂下するようにしたが、これに限られるものではなく、図1に示すようなそれぞれ独立して受圧面2、5を持つ2つの圧力検出器1と4を用い、それぞれの信号ケーブル3と6を中継接続して両信号を併せて1本の多芯ケーブルに取りまとめ、ケーブル繰り出しローラ22から垂下するようにしてもよい。

## 【0038】

【発明の効果】本発明によれば、上述のように、被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する工程と、前記2点間の深度差寸法を取り込む工程と、重力加速度値信号を取り込む工程と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する工程とからなる方法としたので、土木工事の地盤改良、地中杭構築等においてベントナイトの深度に応じた液体密度を、熟練を要せず、簡便、容易に測定することができ、更に、測定者の個人差のない信頼性ある液体密度値を得ることができる。

【0039】この場合、液体の深度に係わりなく直接差圧を検出すれば、差圧検出器の測定精度と同等の精度で液体密度を得ることができるので、2つの圧力検出器を使用して液体密度を求める方法よりも優れている。

【0040】被測定液体中における液面からの深度が異なる2点の液体圧力差を測定する手段と、この液体圧力差を測定する手段を信号ケーブルにて被測定液体中に繰り出すケーブル繰り出しローラ22と、前記2点間の深度差寸法を取り込む手段と、重力加速度値信号を取り込む手段と、これら液体圧力差信号、深度差寸法信号及び重力加速度値信号に基づき前記異なる2点における平均液体密度値を演算する手段と、この平均液体密度値と前記ケーブル繰り出しローラ22にリンクした繰り出し検出器23によって得られるケーブル繰り出し長さ信号L

とを入力し、それぞれ直交座標に、深度-液体密度のグラフを描くためのグラフ作成手段とからなる装置としたので、検出器に接続したケーブルの繰り出し、引き上げ、停止時における加速度変化の影響を受けにくく、任意の深度における安定した測定値が瞬時に得られ、ケーブル繰り出し検出器、グラフ作成手段を組み合わせることにより、リアルタイムで深度-液体密度のグラフを作成することができ、施工管理に貢献するとともに、施工時における迅速、正確な判断の助けとなる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液体密度の測定方法及び装置の第1実施例を示すブロックダイアグラムである。

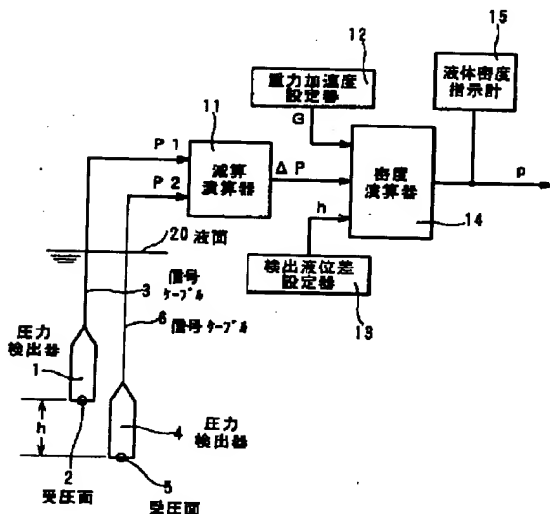
【図2】本発明による液体密度の測定方法及び装置の第2実施例を示すブロックダイアグラムである。

【図3】本発明による液体密度の測定方法及び装置の第3実施例を示すブロックダイアグラムである。

## 【符号の説明】

1…圧力検出器、2…受圧面、3…信号ケーブル、4…圧力検出器、5…受圧面、6…信号ケーブル、7…差圧検出器、8…受圧面、9…受圧面、10…信号ケーブル、11…減算演算器、12…重力加速度設定器、13…検出液位差設定器、14…密度演算器、15…液体密度指示計、20…液面、21…ケーブルリール、22…ケーブル繰り出しローラ、23…繰り出し検出器、30…グラフ作成手段としてのX-Yプロッター。

【図1】



【図2】

